

2019

PHYSICS — GENERAL

Paper : GE/CC-3

Full Marks : 50

Candidates are required to give their answers in their own words
as far as practicable.

প্রাক্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১ নং প্রশ্ন এবং অরও যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×৫

- (ক) রুদ্ধতাপ রেখ সমোষ্ণ রেখ অপেক্ষা খাড়া কেন?
- (খ) একটি দৃঢ় দি পরমাণুক অণুর স্বাতন্ত্র্য সংখ্যা বের করো।
- (গ) স্থির চাপে কোন্ তাপমাত্রায় নাইট্রোজেন অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় তার গড় বর্গবেগের বর্গমূল অপেক্ষা দ্বিগুণ হবে?
- (ঘ) তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্রটি লেখো।
- (ঙ) গিবসের মুক্তশক্তির সংজ্ঞা দাও।
- (চ) মাইক্রো-অবস্থা ও ম্যাক্রো-অবস্থা বলতে কী বোঝায়?
- (ছ) 'ইকুয়াল এ প্রায়রি প্রবাবিলিটি' নীকধটি লেখো।

২। (ক) 4 gm গ্যাসকে 0°C থেকে 3°C তাপমাত্রা পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হলে অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন নির্ণয় করো। স্থির আয়তনে গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ $C_V = 0.172 \text{ cal/gm}^\circ\text{C}$.

(খ) রুদ্ধতাপ প্রসারণে কৃতকার্যের পরিমাণ নির্ণয় করো।

(গ) একটি কার্ণে ইঞ্জিনের দক্ষতা যদি (i) 1000K ও 500K এবং (ii) xK ও 1000K এই দুই তাপমাত্রার পদার্থের মধ্যে সমান হয়, তাহলে x-এর মান নির্ণয় করো।

(ঘ) তাপগতিবিদ্যার তৃতীয় সূত্রটি লেখো।

৩+৩+২=২

৩। (ক) প্রমাণ করো :

$$C_P - C_V = T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$$

উপরোক্ত সম্পর্ক ব্যবহার করে 4°C তাপমাত্রায় জলের ক্ষেত্রে C_P এবং C_V -র সম্পর্ক নির্ণয় করো।

Please Turn Over

(২) প্রমাণ করো : $Tds = C_V dT + T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V dV$.

(গ) জুল-টমসন প্রক্রিয়া কী? এটি কি সর্বদা শীতলতা সৃষ্টি করে? (৩+১)+৩-(২+১)

৪। (ক) ম্যাক্সওয়েলের গতিবেগ বণ্টন সূত্রটি ব্যবহার করে সর্বাপেক্ষা সম্ভাব্য গতিবেগ নির্ণয় করো :

(খ) হাইড্রোজেন অণুর ব্যাস 2.5 \AA ও অ্যাভোগাড্রো সংখ্যা 6.023×10^{23} । 0°C তাপমাত্রা ও 1 atm চাপে হাইড্রোজেন অণুর গড় মুক্তপথ নির্ণয় করো।

(গ) শক্তির সমবিভাজন নীতিটি বিবৃত করো। এই নীতির সহায্যে স্বাধীনতার মাত্রার সঙ্গে গ্যাসের দুই আপেক্ষিক তাপের অনুপাতের সম্পর্ক নির্ণয় করো। ৩-৩+(২+২)

৫। (ক) ক্লসিয়াস-ক্ল্যাপেরনের সূত্রটি লেখো।

(খ) ম্যাক্সওয়েলের তাপগতীয় সমীকরণের সাহায্যে দেখাও যে, $\left(\frac{\partial Q}{\partial P} \right)_T = -TV\alpha$ যেখানে α হল আয়তন প্রসারণ গুণক।

(গ) হেলমহোল্টসের মুক্তশক্তির অবকল রূপটি লেখো। এটি ব্যবহার করে ম্যাক্সওয়েলের নিম্নোক্ত তাপগতীয় সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা করো :

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$$

(ঘ) আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে C_p এবং C_V -এর মধ্যে সম্পর্কটি লেখো। ২+৩+(১+৩)+১

৬। (ক) কৃষ্ণ বস্তুর বিকিরণের বৈশিষ্ট্যগুলি কী?

(খ) পরীক্ষালব্ধ ফল অনুযায়ী দুটি বিভিন্ন তাপমাত্রায় কৃষ্ণবস্তুর শক্তিবণ্টনের লেখচিত্র অঙ্কন করো।

(গ) কৃষ্ণবস্তুর বিকিরণ সংক্রান্ত প্লাঙ্কের সূত্রটি বিবৃত করো এবং তা হতে ভীনের সূত্র এবং র্যাংলে-জিন্সের সূত্রদুটি প্রমাণ করো। ২-২+(২+২+২)

৭। (ক) 0 , c , $2c$, $3c$ এবং $4c$ শক্তিবিন্দু শক্তিস্তরে মোট $9c$ শক্তিবিন্দু তিনটি বিভিন্ন রূপকে বণ্টিত করা হল : আণুবীক্ষণিক অবস্থা এবং চাক্ষুষ অবস্থার সংখ্যা নির্ণয় করো।

(খ) বোস-আইনস্টাইন ও ফার্মি-ডিরাক বণ্টনসূত্র দুটি বিবৃত করো।

(গ) তাপমাত্রা $T = 0\text{K}$ এবং $T \neq 0\text{K}$ -এ ফার্মি-ডিরাক বণ্টন অপেক্ষাকৃত লেখচিত্র অঙ্কন করো। ৪+(২+২)+২

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

Answer **question no. 1** and **any four** more questions from the rest.

1. Answer **any five** questions : 2×5
- Adiabatics are steeper than isothermals — Explain.
 - Find the number of degrees of freedom of a rigid diatomic molecule.
 - At what temperature will root mean square speed of nitrogen molecule be double its value at N.T.P., pressure remaining constant?
 - State Zeroth law of thermodynamics.
 - Define Gibbs free energy.
 - What is meant by micro-state and macro-state?
 - State the postulate of equal a priori probability.
2. (a) Calculate the change in internal energy when 4 gm of air is heated from 0°C to 3°C. Specific heat of air at constant volume is 0.172 cal/gm/°C.
- (b) Calculate the amount of work done during an adiabatic expansion of a gas.
- (c) A Carnot engine has the same efficiency (i) between 1000K and 500K and (ii) between xK and 1000K. Calculate the temperature x.
- (d) State the third law of thermodynamics. 3+3+2=2
3. (a) Prove that : $C_P - C_V = T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$
- using the above relation, find the relation between C_P and C_V in case of water at 4°C.
- (b) Prove that $Tds = C_V dT + T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V dV$.
- (c) What is Joule-Thomson effect? Does it always produce cooling? (3+1)+3+(2-1)
4. (a) Using Maxwell's law of distribution of velocities, calculate most probable velocity.
- (b) The diameter of H_2 molecule is 2.5 \AA and Avogadro Number is 6.023×10^{23} . At 0°C temperature and 1 atm. pressure; calculate the mean free path of H_2 molecule.
- (c) State law of equipartition of energy. Using this law, establish the relation between degrees of freedom and the ratio of two specific heats of a gas. 3+3+(2+2)

Please Turn Over

5. (a) Write down Clausius-Clapeyron equation.

(b) Using Maxwell's thermodynamic relation, show that $\left(\frac{\partial Q}{\partial P}\right)_T = -TV\alpha$ where α is coefficient of volume expansion.

(c) Write down the differential form of Helmholtz free energy. Using it, establish the following Maxwell's relation :

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$$

(d) Write down the relation between C_p and C_v for ideal gas.

2+3+(1-3)+1

6. (a) What are the characteristics of black-body radiation?

(b) Based on experimental results, draw the energy distribution curve of black-body radiation at two different temperatures.

(c) State Planck's law of black-body radiation and from it, deduce Wein's law and Rayleigh-Jeans law.

2-2+(2+2-2)

7. (a) Three different particles having total energy 9ϵ are distributed in energy levels having energy $0, \epsilon, 2\epsilon, 3\epsilon$ and 4ϵ . Find the number of microstates and macrostates.

(b) State Bose-Einstein and Fermi-Dirac distribution law.

(c) Draw Fermi-Dirac distribution function at temperature $T = 0K$ and $T \neq 0K$.

4-(2+2)+2